

**ANALISIS KEBOCORAN SCRUBER TOWER PADA RUANG BAKAR
INERT GAS GENERATOR DI MT. SAMBU**



SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana

Terapan Pelayaran

Disusun Oleh:

AGUNG TRI UTOMO
NIT.51145336 T

PROGRAM STUDI TEKNIKA PROGRAM DIPLOMA IV

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN

SEMARANG

2019

**ANALISIS KEBOCORAN SCRUBER TOWER PADA RUANG BAKAR
INERT GAS GENERATOR DI MT. SAMBU**



SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana

Terapan Pelayaran

Disusun Oleh:

AGUNG TRI UTOMO
NIT.51145336 T

PROGRAM STUDI TEKNIKA PROGRAM DIPLOMA IV

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN

SEMARANG

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS KEBOCORAN SCRUBER TOWER PADA RUANG BAKAR
INERT GAS GENERATOR DI MT. SAMBU**

Disusun oleh :

AGUNG TRI UTOMO
NIT. 51145336 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan didepan

Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran

Semarang, 25 FEBRUARI 2019

Dosen Pembimbing I
Materi

Dosen Pembimbing II
Penulisan

ACHMAD WAHYUDIONO, MM., Mar.E
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19560124 198703 1 002

H. SUHARSO, S.H., S.Pd., S.E., M.M.
Penata Tingkat I (III/d)
NIP. 19540117 197903 1 002

Mengetahui,
Ketua Progam Studi Teknika

H. AMAD NARTO, M.Mar.E, M.Pd
Pembina (IV/a)
NIP. 19641212 199808 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KEBOCORAN SCRUBER TOWER PADA RUANG BAKAR INERT GAS GENERATOR DI MT. SAMBU

Disusun Oleh :

AGUNG TRI UTOMO
NIT. 51145336 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan

Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran

dengan nilai 92,3 Pada Tanggal 11 FEBRUARI 2019

Penguji I

ABDI SENO, M.Si

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19710421 199903 1 002

Penguji II

ACHMAD WAHYUDIONO, M.M., M.Mar.E

Pembina Utama Muda (IV/e)

NIP. 19560124 198703 1 002

Penguji III

DARYANTO S.H., M.M.

Penata Tk. I (IV/a)

NIP. 19580324 198403 1 002

Dikukuhkan oleh:

**DIREKTUR POLITEKNIK ILMU PELAYARAN
SEMARANG**

Dr. Capt. MASHUDI ROFIK, M.Sc, M.Mar

Pembina Tk. I (IV/a)

NIP. 19670605 199808 1 001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : AGUNG TRI UTOMO

NIT : 51145336. T

Jurusan : TEKNIKA

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul “Analisis Kebocoran *Scrubber Tower* Pada Ruang Bakar *Inert Gas Generator* Di MT. Sambu”. Adalah benar hasil karya saya bukan jiplakan skripsi dari orang lain dan saya bertanggung jawab kepada judul maupun isi dari skripsi ini. Bilamana terbukti merupakan jiplakan dari orang lain maka saya bersedia untuk membuat skripsi dengan judul baru dan atau menerima sanksi lain.

Semarang, 6 MARET 2019

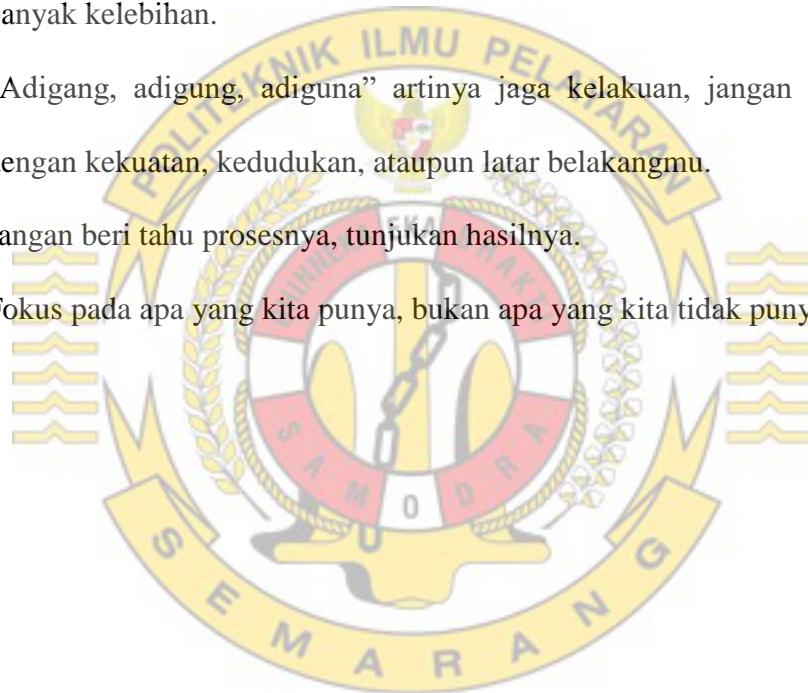
Yang menyatakan




AGUNG TRI UTOMO
NIT: 51145336 T

HALAMAN MOTTO

- ❖ “Barang siapa yang keluar untuk mencari ilmu maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang” (*HR. Tirmidzi*).
- ❖ Jatuh berdiri lagi, kalah coba lagi, gagal bangkit lagi “never give up”.
- ❖ Lebih baik memberi atau menolong disaat tidak punya, apa lagi diberi banyak kelebihan.
- ❖ “Adigang, adigung, adiguna” artinya jaga kelakuan, jangan sombong dengan kekuatan, kedudukan, ataupun latar belakangmu.
- ❖ Jangan beri tahu prosesnya, tunjukkan hasilnya.
- ❖ Fokus pada apa yang kita punya, bukan apa yang kita tidak punya.



HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Selain itu dalam pelaksanaan penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mempersembahkan skripsi yang telah penulis susun ini kepada :

1. Kepada Allah SWT yang telah memberi kesehatan dan mukzijatnya sehingga dalam pengerjaan skripsi ini berjalan dengan sangat baik.
2. Yang terhormat kedua orang tua penulis yaitu ayah handa Paing Soewarno dan ibunda Tutik Setianingsih yang selalu mendukung dan mendoakan setiap langkahku.
3. Kerabat dan sahabat-sahabat terbaik mess PATI.
4. Para dosen pembimbing, Bapak Achmad Wahyudiono, MM., Mar.E dan Bapak H. Suharso, S.H., S.Pd., S.E., M.M. yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk penyusunan skripsi.
5. Para dosen pengajar dan Perwira yang telah membantu penulis selama menjalani pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
6. Pada pembaca yang budiman semoga skripsi ini dapat bermanfaat dengan baik.
7. Serta orang tercinta yang selalu mensupport saya dan selalu menyemangati saat mengerjakan skripsi yaitu Ika Tri Ardiani s.pd.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT , karena atas anugrahnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul **“Analisis Kebocoran Scruber Tower Pada Ruang Bakar Inert Gas Generator Di Mt. Sambu”**. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan program D.IV tahun ajaran 2019 Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Semarang, juga merupakan salah satu kewajiban bagi taruna yang akan lulus dengan memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan Pelayaran (S.S.T. Pel).

Penulis juga menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini tidak akan selesai dengan baik tanpa adanya bantuan bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada, Yth:

1. Bapak Dr. Capt. Mashudi Rofik, M.Sc, M.Mar, selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak H. Amad Narto, M.Pd., M.Mar.E, selaku Ketua Program Studi Teknika.
3. Bapak Achmad Wahyudiono, MM., Mar.E , selaku dosen pembimbing materi skripsi.
4. Bapak H. Suharso, S.H., S.Pd., S.E., M.M. selaku dosen pembimbing penulisan skripsi.
5. Para dosen pengajar yang telah memberikan pengetahuan kepada penulis

selama pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

6. Seluruh awak kapal MT. Sambu khususnya crew mesin yang telah memberikan data dan informasi yang di perlukan dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak dan ibu tercinta yang selalu memberikan motivasi dan doa.
8. Serta pacar tercinta yang selalu mensuprot dan menyemangati dalam proses pembuatan skripsi.
9. Rekan-rekan taruna PIP Semarang yang telah berjuang bersama-sama.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan baik berupa material maupun spiritual sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Penulis sebagai manusia biasa tidak mungkin terlepas dari kekhilafan yang mungkin tidak disadari, oleh karena itu bersedia untuk mengoreksi karya ilmiah ini apabila ada pihak-pihak yang merasa dirugikan.

Tiada yang dapat penulis berikan kepada beliau dan semua pihak yang telah membantu, semoga Tuhan melimpahkan Anugerahnya kepada mereka semua. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat menambah wawasan bagi penulis dan dapat bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, 2019

Penulis,

AGUNG TRI UTOMO
NIT. 51145336 T

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAKSI.....	xiv
ABSTRACT.....	xv

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar belakang.....	1
B. Perumusan masalah.....	3
C. Tujuan penelitian.....	4
D. Manfaat penelitian.....	4
E. Sistematika penulisan.....	5

BAB II	LANDASAN TEORI	
	A. Tinjauan pustaka.....	8
	B. Kerangka pikir.....	24
	C. Definisi operasional.....	25
BAB III	METODE PENELITIAN	
	A. Jenis Penelitian.....	27
	B. Waktu dan tempat penelitian.....	28
	C. Sumber Data.....	28
	D. Metode pengumpulan data.....	30
	E. Teknik analisis data.....	32
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
	A. Gambaran umum obyek penelitian.....	46
	B. Analisis hasil penelitian.....	51
	C. Pembahasan masalah.....	76
BAB V	PENUTUP	
	A. Kesimpulan.....	99
	B. Saran.....	100
	Daftar Pustaka.....	xvi
	Daftar Riwayat Hidup.....	xvii
	Lampiran.....	xviii

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Matriks Analisis SWOT	35
Tabel 4.1	Perawatan berkala sebelum pengoperasian.....	48
Tabel 4.2	Perawatan berkala setiap 250 jam	48
Tabel 4.3	Perawatan berkala setiap tahun	49
Tabel 4.4	Perawatan setelah <i>inert gas generator</i> dimatikan.....	49
Tabel 4.5	Faktor internal dan eksternal.....	77
Tabel 4.6	Komparasi Urgensi Faktor Internal dan Eksternal.....	79
Tabel 4.7	Nilai Relatif Keterkaitan Faktor Internal Dan Eksternal	82
Tabel 4.8	Matriks Ringkasan Analisis Faktor Internal dan Eksternal	86
Tabel 4.9	Faktor Kunci Keberhasilan	88
Tabel 4.10	Tabel <i>Hazop</i> mengenai pengendalian risiko pada <i>iner gas generator</i> di bagian pompa	92
Tabel 4.11	Tabel <i>Hazop</i> mengenai pengendalian risiko pada <i>inert gas generator</i> di bagian <i>valve flushing</i> air tawar.....	92
Tabel 4.12	Tabel <i>Hazop</i> mengenai pengendalian risiko pada inert gas generator di bagian konektor pipa	92
Tabel 4.13	Tabel <i>Hazop</i> mengenai pengendalian risiko pada <i>inert gas generator</i> di bagian <i>jacket cooling</i>	93
Tabel 4.14	Tabel <i>consequences</i>	95
Tabel 4.15	Tabel skala metric (kombinasi konsekuensi dan frekuensi)	96
Tabel 4.16	Keterangan Nilai Risiko.....	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mekanisme korosi batas butir.....	10
Gambar 2.2	Mekanisme <i>crevice corrosion</i>	11
Gambar 2.3	mekanisme korosi seumurannya	12
Gambar 2.4	mekanisme korosi erosi.....	13
Gambar 2.5	skema aliran <i>inert gas system</i>	15
Gambar 2.6	Skema aliran <i>inert gas</i>	17
Gambar 2.7	Diagram proses pembakaran dan peledakan	20
Gambar 2.8	Prinsip operasional <i>scrubber</i>	23
Gambar 2.9	Kerangka pikir	24
Gambar 4.1	<i>scrubber tower unit</i>	47
Gambar 4.2	Kebocoran air di ruang pembakaran	52
Gambar 4.3	Kondisi <i>valve flushing</i> yang rusak.....	54
Gambar 4.4	Kondisi <i>mechanical seal</i>	55
Gambar 4.5	Bearing yang sudah rusak	56
Gambar 4.6	<i>Impeller</i> yang berlubang	57
Gambar 4.7	Kondisi <i>pilot burner</i>	64
Gambar 4.8	<i>Inert gas blower</i>	65
Gambar 4.9	deck water seal.....	66
Gambar 4.10	Kondisi <i>spray nozzle</i>	66
Gambar 4.11	Kondisi <i>Zink Anoda</i>	68
Gambar 4.12	Kotornya saringan <i>sea chest</i>	69
Gambar 4.13	<i>Filter Demister</i> Berlubang.....	70
Gambar 4.14	kondisi <i>Valve flushing</i> air tawar <i>inert gas generator</i>	71

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Wawancara Dengan Masisinis II
- Lampiran2 Tabel *crew list* MT. Sambu
- Lampiran3 Tabel *Ship Particulars* MT. Sambu
- Lampiran4 Tabel Deret Glavanik
- Lampiran5 Tabel Nilai Dukung
- Lampiran6 Foto – Foto Fasilitas Penunjang *Inert Gas Generator* Di MT. Sambu



ABSTRAKSI

Agung Tri Utomo, NIT: 51145336.T, 2019 “*Analisis Kebocoran Scruber Tower Pada Ruang Bakar Inert Gas Generator Di MT. Sambu*” skripsi Program Studi Teknik, Program Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Achmad Wahyudiono, MM., Mar.E dan Pembimbing II: H. Suharso, S.H., S.Pd., S.E., M.M.

Latar belakang terhadap permasalahan adalah kebocoran *scruber tower* pada ruang pembakaran *inert gas generator* yang disebabkan oleh *intergranular corrosion* yang mengalami perubahan bentuk (berlubang) yang mengakibatkan air laut sebagai media pendingin dinding *scrubber* masuk kedalam ruang pembakaran, sehingga tidak terjadi pembakaran di dalam ruang bakar *inert gas generator*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor yang menyebabkan terjadinya kebocoran *scruber tower* pada ruang bakar *inert gas generator* pada MT. Sambu dan upaya apa yang dilakukan agar *scruber tower* pada ruang bakar *inert gas generator* tidak cepat mengalami kebocoran. Dari segi metodologis, jenis penelitian adalah kualitatif deskriptif. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, wawancara, studi pustaka dan studi dokumentasi. Penulis merangkum permasalahan-permasalahan dan mencoba memecahkan masalah dengan menggunakan metode *Strengths, Weaknesses, Opportunities, dan Threats* (SWOT) yaitu identifikasi berbagai faktor secara sistematis untuk merumuskan strategi dan *Hazop* yaitu merupakan teknik kualitatif yang berdasarkan pada *guide-words* dimana pembelajaran *Hazop* untuk mengidentifikasi masalah risiko dan pengoperasian.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor yang menyebabkan kebocoran pada *scruber tower* adalah *valve flushing* air tawar yang rusak dan tekanan pompa *scruber* yang kurang. Upaya yang dilakukan agar ruang pembakaran pada *scruber tower* agar tidak cepat bocor yaitu dengan melakukan penggantian pada *valve flushing* air tawar yang rusak dan melakukan perawatan berkala pada *scrubber pump*.

Kata kunci: Kebocoran, *inert gas genarator*, Ruang Bakar, *Scruber tower*.

ABSTRACT

Agung Tri Utomo, NIT: 51145336.T, 2018 “*Analysis Of Scrubber Tower Leakage On The Inert Gas Generator Combustion Chamber In The MT. Sambu*”, script of Engine Department, Program Diploma IV, Merchant Marine Polytechnic Semarang, Supervisor I: Achmad Wahyudiono, MM., Mar.E Supervisor II: H. Suharso, S.H., S.Pd., S.E., M.M.

The rear towers of crushers in the gas generator inert combustion chamber are caused by intergranular corrosion that replaces deformation (hollow) which is flown by the sea as the wall scrubber cooling media enters the room, so that nothing leaks in the gas generator inert combustion.

This study aims to determine the factors that cause leakage of scrubber towers in the gas generator inert combustion chamber at MT. Sambu and what efforts are being made so that the scrubber tower in the inert gas generator combustion chamber does not leak quickly. In terms of methodology, the type of research is descriptive qualitative. Data collection methods used are observation, interviews, literature studies and documentation studies. The author summarizes the problems and tries to solve the problem by using the methods of Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT), namely the identification of various factors systematically to formulate strategies and Hazop which is a qualitative technique based on guide-words where Hazop learning is to identify problems risk and operation.

The results of this study indicate that the factor that causes leakage in the scrubber tower is a valve of damaged freshwater flushing and less scrubber pump pressure. Efforts are made so that the combustion chamber in the scrubber tower is not leaky quickly by replacing the damaged freshwater flushing valve and performing regular maintenance on the scrubber pump.

Keywords: leakage, *inert gas genarator*, combustion chamber, *scrubber tower*.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebutuhan jasa angkutan laut dengan menggunakan kapal niaga dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang sangat pesat. Kapal niaga sebagai sarana transportasi air yang mempunyai peranan sangat penting dan efisien dalam pengangkutan dari suatu pelabuhan ke pelabuhan tujuan. Salah satunya adalah dengan menggunakan kapal *tanker*, yaitu kapal yang mempunyai fungsi untuk mengangkut muatan minyak mentah maupun minyak hasil olahan atau *product* dalam bentuk curah melalui jalur laut atau jalur perairan dari pelabuhan muat ke pelabuhan bongkar. Kapal *tanker* memiliki konstruksinya yang khusus yaitu dengan tangki-tangki berisi minyak maupun gas, baik minyak mentah, bahan kimia dan minyak hasil olahan, sehingga dalam membangun kapal tersebut disesuaikan dengan sifat-sifat muatan yang akan diangkut. Kapal yang mengangkut muatan minyak bumi atau dari hasil pengolahannya, karena sifat dari muatan itu sendiri memiliki karakteristik mudah menyala yang disebabkan karena terbentuknya gas hasil penguapan yang terus-menerus dan apabila terkena panas akan mudah menyala. Selain itu, di dalam tangki muatan juga terjadi reaksi kimia yang mengandung *toxic* (racun) berbahaya bagi orang yang terkontaminasi oleh gas tersebut.

Untuk menjamin keselamatan awak kapal ataupun kapal itu sendiri, maka para ahli menciptakan suatu sistem gas lembam yaitu gas atau campuran gas yang tidak mendukung cukup oksigen untuk memacu

pembakaran pada *hidrokarbon* ke dalam tangki-tangki muatan dimana tekanan atmosfer yang berada di dalam tangki dapat dijaga konsentrasi kandungannya agar selalu berada di bawah 7%. Penggunaan sistem ini diutamakan pada saat pemuatan, pembongkaran serta pembersihan tangki muatan karena pada kegiatan tersebut risiko terjadinya kebakaran atau ledakan lebih besar. Hal ini karena oksigen yang ada di dalam tangki pada kegiatan bongkar, muat ataupun pembersihan tangki menyebabkan terpenuhinya syarat dalam segitiga api.

Pada saat peneliti melaksanakan praktek laut di MT. Sambu milik PT. Pertamina selama 12 bulan, terdapat masalah pada pesawat bantu kapal, yaitu *inert gas generator* tidak dapat berfungsi. Pesawat tersebut mengalami perubahan bentuk pada ruang pembakaran *inert gas generator* karena kebocoran ruang bakar akibat korosi air laut yang mengakibatkan kegagalan pembakaran di dalam ruang bakar *inert gas generator* akibat masuknya air bertekanan dari pompa air laut (*scubber pump*) menuju ruang pembakaran sehingga tidak terjadi pembakaran di dalam ruang bakar *inert gas generator*. Selama kurang lebih 3 bulan pesawat tersebut tidak beroperasi karena belum diketahui penyebab kerusakan yang terjadi pada sistem *inert gas generator* tersebut dan penggunaan pesawat bantu *inert gas generator* yang tidak berfungsi namun dikatakan berfungsi dengan tujuan untuk memperlancar proses bongkar muat *cargo* serta tetap beroperasinya kapal MT. Sambu.

Pada saat kapal melaksanakan *dry dock Ship Yard* di Belawan, pengecekan seluruh komponen pendukung di *inert gas generator* mulai dari pengabutan *burner*, tekanan pompa bahan bakar, sistem kontrol, dan

tekanan udara masuk tidak mengalami masalah. Setelah membongkar bagian ruang bakar didapati ruang bakar mengalami kobocoran. Setelah dipastikan dengan menggunakan pompa air laut (*scrubber pump*), air bertekanan keluar dari ruang bakar tersebut. Jumlahnya lebih dari 8 lubang sehingga mengganggu proses pembakaran di dalam ruang bakar.

Dalam kajian dan pengamatan saya terdapat beberapa keganjilan saat melakukan proses bongkar muatan antara lain, pada perawatan rutin *oksigen analyzer* jarang dilakukan proses kalibrasi dan saat selesai kegiatan bongkar muat yang seharusnya pada *IG fan* dilakukan *flussing* agar sisa-sisa jelaga tidak masuk ke dalam *scrubber tower* yang bisa mengakibatkan pengkaratan pipa-pipa dari saluran yang menuju ke *scrubber tower* dan *deck water seal* yang paling rentan terhadap korosi, karena pada *deck water* fungsinya adalah sebagai pompa untuk memompa air pada *tower scrubber*. Berdasarkan pernyataan seperti teori yang berbeda dengan kenyataan yang terjadi saat pengoperasian kapal, Kondisi ini mendorong penulis untuk membuat penelitian dengan judul “**Analisis Kebocoran Scruber Tower Pada Ruang Bakar Inert Gas Generator Di MT. Sambu**”.

B. Rumusan Masalah

Untuk mempermudah penyusunan penelitian ini penulis perlu merumuskan terlebih dahulu masalah-masalah apa saja yang harus dibahas. Terdapat beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya kebocoran *scruber tower* pada ruang bakar *inert gas generator* di MT. Sambu?

2. Upaya apa yang dilakukan agar *scruber tower* pada ruang bakar *inert gas generator* tidak cepat bocor di MT. Sambu?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam skripsi ini:

1. Untuk mengetahui faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya kebocoran *scruber tower* pada ruang bakar *inert gas generator* di MT. Sambu.
2. Untuk mengetahui upaya apa yang dilakukan agar *scruber tower* pada ruang bakar *inert gas generator* tidak cepat mengalami kebocoran di MT. Sambu.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian mengenai “Analisis Kebocoran *Scrubber Tower* Pada Ruang Bakar *Inert Gas Generator* Di MT. Sambu” ini diharapkan membawa manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Sebagai tambahan pengetahuan praktis mengenai kebocoran *scruber tower* yang terjadi pada ruang bakar *Inert gas generator* di atas kapal.
 - b. Sebagai tambahan informasi dan pengetahuan guna dijadikan bahan acuan untuk penelitian berikutnya sehingga dapat menghasilkan penelitian yang lebih baik dan akurat.
 - c. Sebagai tambahan informasi dan pengetahuan manfaat praktis ini dapat memberikan masukan yang dapat berguna untuk

pembangunan sumber daya manusia dan *personal soft skill* sehingga siap menghadapi dunia kerja di bidang kemaritiman dan perawatan permesinan kapal.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat nyata kepada berbagai pihak untuk menambah ilmu tentang kerusakan benda logam di atas kapal akibat korosi atau keropos, misalnya:

- a. Masinis agar lebih baik dalam dalam mengambil keputusan terhadap masalah korosi di atas kapal, karena korosi tidak dapat dihilangkan tapi korosi dapat diperlambat proses terjadinya.
- b. Sebagai masukan untuk perusahaan khususnya PT. Pertamina yang sekiranya bermanfaat untuk kemajuan perusahaan di masa yang akan datang.

E. Sistematika Penulisan

Penelitian ini disusun agar lebih sistematis dan mudah dimengerti. Untuk mempermudah dalam membahas permasalahan mengenai “Analisis Kebocoran *Scrubber Tower* Pada Ruang Bakar *Inert Gas Generator* Di MT. Sambu” maka peneliti menyusun dan menguraikan secara singkat tentang materi pokok dari penelitian ini agar dapat digunakan untuk memudahkan para pembaca dalam mengikuti penyajian yang terdapat dalam penelitian ini. Penulis membuat sistematika sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Pendahuluan berisi hal-hal yang berkaitan dengan Latar Belakang, Perumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian dan

Sistematika Penulisan. Latar belakang berisi tentang kondisi nyata, kondisi seharusnya yang terjadi serta alasan pemilihan judul. Perumusan masalah adalah uraian masalah yang diteliti. Tujuan penelitian berisi tujuan yang akan dicapai melalui kegiatan penelitian ini. Manfaat penelitian berisi uraian tentang manfaat yang akan diperoleh dari hasil penelitian. Sistematika penulisan berisi susunan bagian penelitian dimana bagian yang satu dengan bagian yang lain saling berkaitan dalam satu runtutan pikir.

BAB II. LANDASAN TEORI

Pada bab ini peneliti menguraikan tentang landasan teori yang berkaitan dengan penelitian yang dibuat, antara lain tinjauan pustaka yang memuat keterangan dari buku atau referensi yang mendukung penelitian yang dibuat. Bab ini juga memuat tentang kerangka pikir penelitian yang menjadi pedoman dalam proses berjalannya penelitian.

BAB III. METODE PENELITIAN

Bab ini akan membahas metode penelitian yang dipergunakan, waktu dan tempat penelitian, sumber data, metode pengumpulan data dan teknik analisis data.

BAB IV. ANALISIS HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini mengulas masalah dan menganalisis pembahasan atas apa yang diperoleh dan memberikan solusi permasalahan sesuai dengan rumusan masalah yang telah ditentukan. Dengan pembahasan ini, maka permasalahan bab ini akan terpecahkan dan dapat diambil kesimpulan.

BAB V. PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dari pembahasan dari bab sebelumnya dan saran yang dikemukakan peneliti dalam menemukan pemecahan masalah.



BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Analisis

Menurut Dwi Prastowo Darminto dan Rifka Julianty (2002:52), analisis adalah penguraian suatu pokok atas berbagai bagiannya dan penelaahan bagian itu sendiri, serta hubungan antar bagian untuk memperoleh pengertian yang tepat dan pemahaman arti keseluruhan. Sedangkan menurut kamus besar bahasa Indonesia edisi baru (2014:45), analisis adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa (karangan, perbuatan, dan sebagainya) untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya (sebab, musabab, duduk perkaranya, dan sebagainya), penguraian suatu pokok atau berbagai bagiannya dan penelaahannya bagian itu sendiri serta hubungan antar bagian untuk memperoleh pengertian yang tepat dan pemahaman arti keseluruhan, dikaji sebaik-baiknya, proses pemecahan persoalan yang dimulai dengan dugaan akan kebenarannya.

Berdasarkan definisi di atas dapat disimpulkan bahwa analisis adalah kegiatan untuk memecahkan masalah dan melakukan suatu penyelidikan yang terjadi atas suatu peristiwa. Dalam hal ini adalah pelaksanaan pencegahan kebocoran *scruber tower* pada ruang bakar *inert gas generator* yang sering terjadi kebocoran yang disebabkan karena korosi air laut dan sering terjadi masalah pada pesawat bantu tersebut.

2. korosi

Menurut Kenneth R. Trethewey (1991:64), korosi adalah penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Di dalam bahasa sehari-hari korosi di sebut juga dengan karat. Korosi timbul secara alami dan pengaruhnya dialami oleh hampir semua zat dan diatur oleh perubahan-perubahan energi. Ketika korosi berlangsung secara alami proses yang terjadi bersifat spontan dan disertai suatu pelepasan energi bebas.

Baja bereaksi sangat cepat dengan air atau uap. Berturut-berturut terjadi lapisan-lapisan :

(Fe O dan Fe₃ O₄) merupakan lapisan pelindung:

(Fe₃O₄=Magnetit)

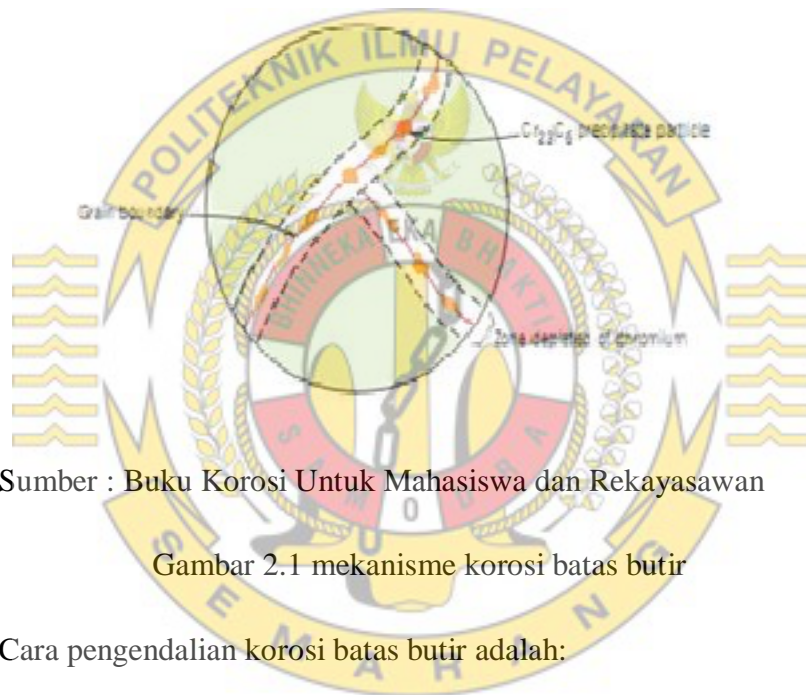
Stabilitas dari lapisan pelindung dipengaruhi oleh :

1. H⁺ ion konsentrasi atau nilai pH (*potensial Hidrogen*) pada daerah basa lemah antara nilai PH 9,6-11 oleh Na OH lapisan pelindung dapat rusak. Pada keadaan netral, nilai PH 7,0 air masih agresif terhadap Fe (*ferit*).
2. Beban mekanis seperti getaran, perubahan bahan, perubahan suhu pada badan ruang bakar terlalu cepat. Ini semua terjadinya regang yang berbeda antara baja dan lapisan mengalami retak sehingga pada ruang bakar terjadilah keretakan atau celah kebocorannya.

3. jenis-jenis korosi

a. *Intergranular Corrosion*

Intergranular corrosion juga disebut *intercrystalline* korosi atau korosi *interdendritik*. Dengan adanya tegangan tarik, retak dapat terjadi sepanjang batas butir dan jenis korosi ini sering disebut *Intergranular* retak korosi tegangan atau hanya *intergranular stress corrosion cracking*.



Sumber : Buku Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan

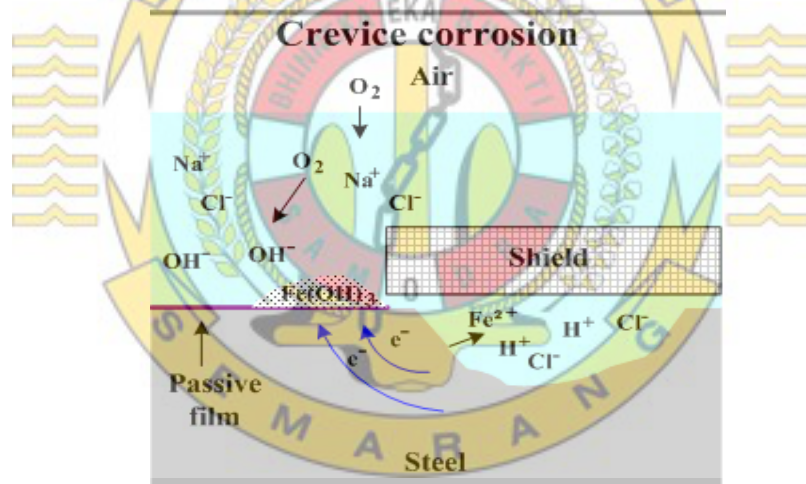
Gambar 2.1 mekanisme korosi batas butir

Cara pengendalian korosi batas butir adalah:

- 1) Turunkan kadar karbon di bawah 0,03%.
- 2) Tambahkan paduan yang dapat mengikat karbon.
- 3) Pendinginan cepat dari temperatur tinggi.
- 4) Pelarutan karbida melalui pemanasan.
- 5) Hindari pengelasan.

b. *Crevice Corrosion*

Di masa lampau, penggunaan istilah korosi celah (*crevice corrosion*) dibatasi hanya serangan terhadap paduan-paduan yang oksidasinya terpasifkan oleh ion-ion agresif seperti klorida dalam celah-celah atau daerah-daerah permukaan logam yang tersembunyi. Serangan dalam kondisi serupa terhadap logam tidak terpasifkan dahulu disebut korosi *aerasi difrensial*. Menurut Kenneth R. Trethewey (1991:140), Korosi celah adalah serangan yang terjadi karena sebagian permukaan logam terhalang atau tersaing dari lingkungan dibandingkan bagian lain logam yang menghadapi elektrolit dalam volume besar.



Sumber : Buku Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan

Gambar 2.2 mekanisme *crevice corrosion*

Cara pengendalian korosi celah adalah sebagai berikut :

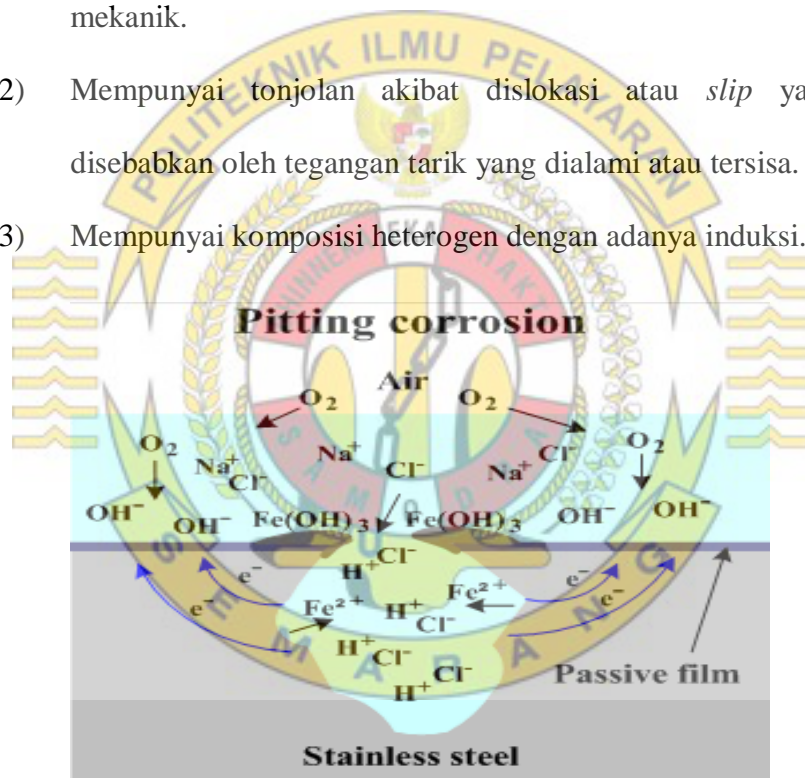
- 1) Hindari sambungan paku keeling atau baut
- 2) Gunakan *gasket non absorbing*

- 3) Usahakan menghindari daerah dengan aliran udara
- 4) Dikeringkan bagian yang basah
- 5) Dibersihkan kotoran yang ada

c. Korosi Seumuran

Menurut Kenneth R. Trethewey (1991:141), korosi seumuran (*pitting corrosion*) adalah korosi lokal yang secara selektif menyerang bagian logam yang:

- 1) Selaput pelindungnya tergores atau retak akibat perlakuan mekanik.
- 2) Mempunyai tonjolan akibat dislokasi atau *slip* yang disebabkan oleh tegangan tarik yang dialami atau tersisa.
- 3) Mempunyai komposisi heterogen dengan adanya induksi.



Sumber : Buku Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan

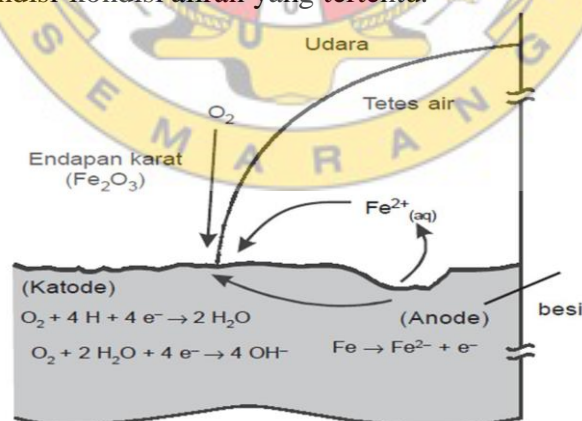
Gambar 2.3 mekanisme korosi seumuran

Korosi celah dan korosi seumuran memiliki kesamaan yang mencolok antara mekanisme penjaran. Korosi seumuran dapat

dibedakan dari korosi celah dalam fase pemicunya. Jadi korosi celah dipicu oleh benda konsentrasi oksigen atau ion-ion dalam elektrolit, korosi seumur (pada permukaan yang datar) hanya dipicu oleh faktor-faktor metalurgi.

d. Korosi Erosi

Korosi Erosi adalah sebutan yang maknanya sudah jelas dengan sendirinya untuk bentuk korosi yang timbul ketika logam terserang akibat gerak relatif antara elektrolit dan permukaan logam. Meskipun proses-proses elektrokimia juga berlangsung, banyak contoh bentuk korosi ini yang terutama disebabkan oleh efek-efek mekanik seperti pengausan, abrasi dan gesekan. Logam-logam lunak khususnya mudah terkena serangan macam ini, misalnya, tembaga, kuningan, aluminium murni dan timbal. Kebanyakan logam lain juga rentan terhadap korosi erosi, namun dalam kondisi-kondisi aliran yang tertentu.



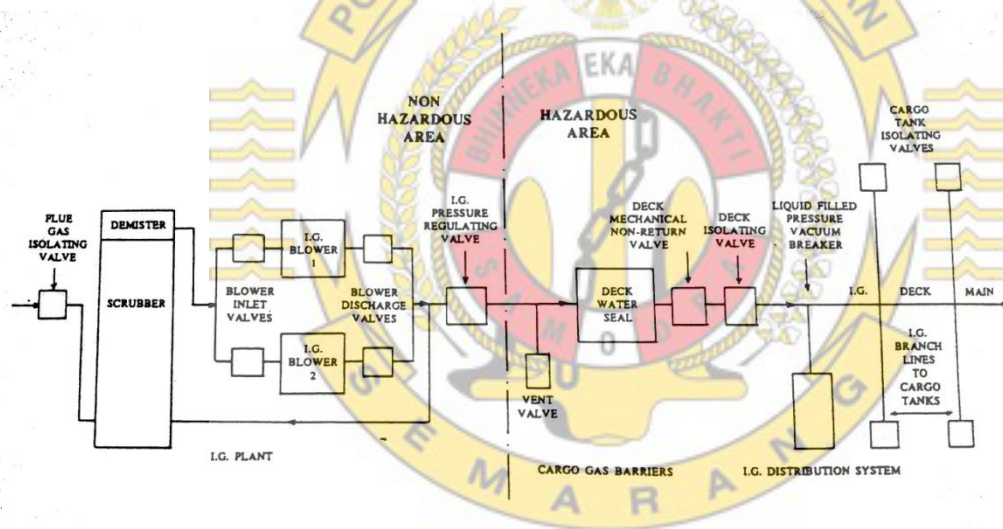
Sumber : Buku Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan

Gambar 2.4 mekanisme korosi erosi

4. *Inert gas system*

Dalam buku *manual book instruction of inert gas system Alva Laval K.K. Japan* (2013), fungsi *inert gas* adalah untuk mempertahankan kadar oksigen yang rendah dalam tangki sehingga tidak memungkinkan timbulnya kebakaran. *Purging* pada tangki muatan yang kosong dengan maksud menggantikan campuran *hydrocarbon gas* dengan *inert gas* agar mengurangi konsentrasi atau kadar *hydrocarbon* di bawah garis yang disebut “*critical dilution*”. Kalau sampai ada udara segar yang menyelip masuk ke dalam tangki tersebut maka kondisi *atmosfir* dalam tangki akan segera masuk ke dalam kantong dimana campuran ini dapat terbakar atau meledak. Pada umumnya “*inert gas plant*” menggunakan gas buang atau “*flue gases*” yang khusus dipasang pada IGS saja, karena kadar oksigen dalam gas buang dari *boiler* cukup rendah. Jadi *inert gas system* adalah suatu sistem alat dengan memasukkan gas *inert* atau lembam, yang biasanya dari gas buang *boiler* masuk tangki muatan untuk mendesak udara terutama oksigen keluar dari dalam tangki, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya kebakaran atau ledakan dalam tangki-tangki muatan. Menurut *British Petroleum* atau *B.P. Tanker*, *prototype* ini digunakan pada dua kapal sistem pengangkut *crude oil* pada tahun 1961. Kebijakan ini dilanjutkan dan sejak tahun 1963 semua kapal pengangkut *crude oil* dilengkapi dengan sistim ini. Kemudian penggunaan sistem ini ditekankan dalam

SOLAS *Convention* 1974 dan peraturan-peraturan lainnya serta penggunaannya disempurnakan lagi dalam Konferensi Internasional di London mengenai *tanker safety and pollution prevention* (TSPP) Protocol 1978 yang mengemukakan bahwa untuk resiko terjadinya suatu kebakaran dan ledakan di atas kapal *tanker*, maka perlu ditiadakan sumber api dan udara atau *atmosfer* yang dapat terbakar yang secara bersamaan timbul ditempat yang sama dan pada waktu yang sama, sehingga tindakan kewaspadaan umum di atas kapal *tanker* perlu dilaksanakan dengan tujuan secara lebih ketat meniadakan salah satu dari padanya (Badan Diklat Perhubungan, 2000:77).



Sumber : *manual book instruction of inert gas system*

Gambar 2.5 skema aliran *inert gas system*

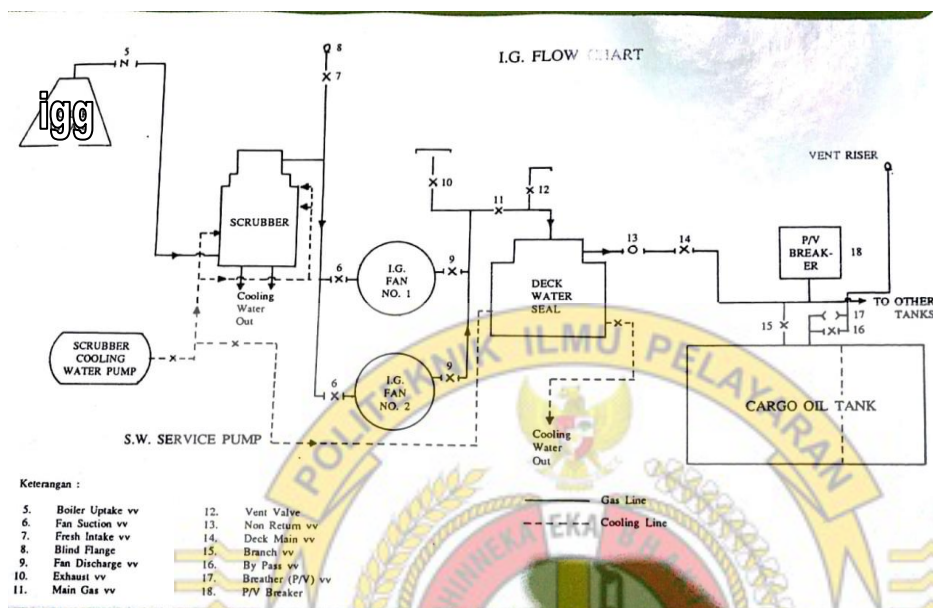
a. *Inert gas*

Inert gas adalah suatu gas atau campuran bermacam-macam gas yang dapat mempertahankan kadar oksigen dalam

prosentase rendah sehingga dapat mencegah terjadinya ledakan atau kebakaran. Kondisi inert artinya suatu kondisi dimana kadar oksigen pada tangki dipertahankan dalam keadaan 8% atau kurang dibandingkan dengan jumlah folume gas yang ada pada atmosfer tangki tersebut. Sistem gas inert adalah suatu susunan gas inert yang terdiri dari pesawat pembuat gas inert beserta sistem distribusinya dilengkapi dengan peralatan untuk mencegah aliran balik dari gas tersebut ke kamar mesin, dilengkapi pula dengan alat pengukur yang tetap maupun dapat di pindah. Inerting artinya memasukkan gas inert ke dalam tangkai agar terjadi kondisi inert. Purging artinya memasukkan gas inert ke dalam tangki inert dimana tangki tersebut telah ada dalam kondisi inert, agar terjadi pengurangan kadar oksigen sehingga apabila tangki tersebut kemasukkan udara segar tidak terjadi peledakan. Gas freeing artinya memasukkan udara segar ke dalam tangki dengan maksud menghilangkan gas beracun. Topping Up artinya memasukkan gas inert ke dalam tangki yang telah berada dalam kondisi inert agar tekanan dalam tangki meningkat sehingga dapat mencegah adanya udara masuk ke dalam tangki. Jadi prinsip dari *inert gas* yaitu Pencegahan peledakan tangki dengan sistem gas inert dicapai dengan memasukkan gas inert ke dalam tangki untuk menjaga agar kadar oksigen dalam keadaan rendah dan mengurangi gas hydrocarbon di atmosfer tangki pada proporsi yang aman.

Sebagai gambaran, berikut ini adalah komposisi dari gas buang (*flue gases*) tersebut :

- Carbon dioxide (CO₂) : kadarnya ± 12 % - 14 %
- Oxygen (O₂) : kadarnya ± 2 % - 5 %
- Sulphur dioxide (SO₂) : kadarnya ± 0,02 % - 0,03 %
- Nitrogen (N₂) : kadarnya ± 77 %



Sumber : manual book instruction of inert gas

Gambar 2.6 : Skema aliran inert gas

b. Inert gas generator

Inert gas generator adalah suatu pesawat bantu di atas kapal yang digunakan untuk menghasilkan gas lembam dengan pembakaran sendiri. Dijelaskan bahwa *inert gas generator* adalah sebuah perangkat mirip dengan *boiler*, dimana bahan bakar di bakar untuk membuat gas buang yang mengandung oksigen kurang dari 5%. *Inert gas generator* terdiri dari *burner* dan *scruber* gabungan yang didinginkan dengan air laut. *HFO*

(*High Fuel Oil*) atau *MDO (Marine Diesel Oil)* dibakar untuk menghasilkan gas buang dengan kadar oksigen 2-4%. Gas kemudian memasuki bagian *scrubber*, didinginkan dan dibersihkan dengan disemprot air laut sebelum dibawa ke area dek. *Gas Inert* ini diproduksi dengan membakar bahan bakar minyak atau minyak diesel di dalam ruang silinder jenis tempat pembakaran yang menghasilkan gas lembam yang di alirkan menuju ke tanki muatan. Bukan gas buang dari *boiler* bantu maupun *auxiliary engine*. *Iner gas generator* tidak dapat bekerja tanpa adanya sistem pendukung untuk menghasilkan gas lembam di atas kapal. *Inert gas generator* memiliki ruang bakar yang terbuat dari *stainless steel 316L*, artinya pada tipe ini ada penambahan unsur molibdenum 2%–3% sehingga memberikan perlindungan terhadap korosi, yang digunakan pada peralatan yang berhubungan dengan air laut. Penambahan nikel sebesar 12% tetap mempertahankan struktur *austenitic*. Pada ruang bakar *inert gas generator* didesain sedemikian rupa bertujuan untuk lebih tahan terhadap korosi celah dan seumur, sudah dibuktikan bahwa baja nirkarat tipe 316L dapat digunakan di air laut yang deras seperti pada pendingin yang ditekan oleh pompa *scrubber pump* yang memiliki tekanan 2kg/m^3 . *Stainless steel 316L* juga ada kekurangannya yaitu tidak dapat digunakan di air yang menggenang. Bahan-bahan utama yang menyebabkan

endapan yang keras dan melekat leleh jenis-jenis barang yang berasal dari Calcium dan Magnesium.

1) Proses Pembakaran

Pengertian pembakaran secara umum yaitu terjadinya oksidasi cepat dari bahan bakar disertai dengan produksi panas dan cahaya. Pembakaran sempurna bahan bakar terjadi jika ada pasokan oksigen yang cukup. Dalam setiap bahan bakar, unsur yang mudah terbakar adalah karbon, hidrogen, dan sulfur.

Tujuan dari pembakaran yang sempurna adalah melepaskan seluruh panas yang terdapat dalam bahan bakar. Hal ini dilakukan dengan pengontrolan “Tiga T” yaitu :

a) T-Temperatur

Temperatur yang digunakan dalam pembakaran yang baik harus cukup tinggi sehingga dapat menyebabkan terjadinya reaksi kimia.

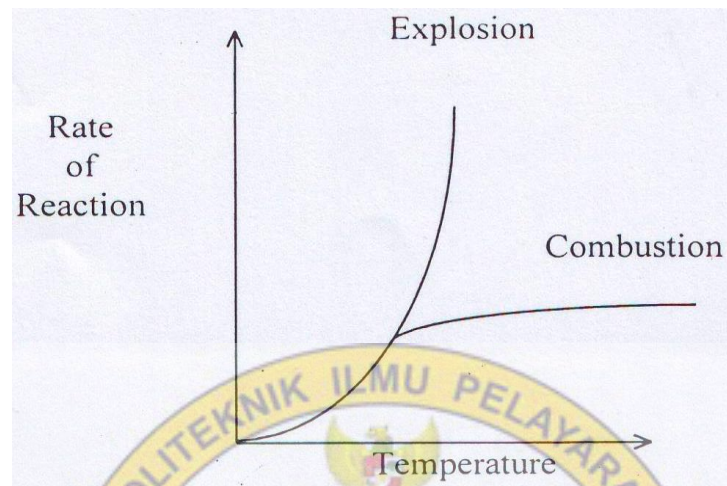
b) T-Time (Waktu)

Waktu yang cukup agar input panas dapat terserap oleh reaktan sehingga berlangsung proses termokimia

c) T-Turbulensi

Turbulensi yang tinggi menyebabkan terjadinya pencampuran yang baik antara bahan bakar dan pengoksidasi.

Kebakaran dan ledakan sangat mudah terjadi pada saat pengoperasian kapal, khususnya kapal tanker. Perbedaan dasar antara proses pembakaran dan peledakan ditunjukkan pada diagram berikut ini:



Gambar 2.7 Diagram proses pembakaran dan peledakan

Berdasarkan pernyataan tersebut, maka jelaslah bahwa kebakaran baru bisa terjadi kalau memenuhi persyaratan dari segi tiga api atau *fire triangle*, yang merupakan syarat-syarat terjadinya suatu kebakaran yaitu udara, panas, dan bahan bagian-bagian dari *fire triangle* yang berkaitan dengan IGS adalah:

- 1) *Source of ignition* adalah sumber yang berasal dari percikan api. Disebabkan adanya suatu kabel yang terputus karena arus pendek.
- 2) *Fuel*

Dalam hal ini adalah *hydrocarbon* yang memenuhi persyaratan yang juga menjadi salah satu hal yang dapat

menimbulkan nyala api yang mengakibatkan kebakaran atau ledakan.

3) *Oxygen*

Dalam jumlah atau kadar *oxygen* yang cukup maka akan mengakibatkan kebakaran. Karenanya perlu diketahui sedikit pengetahuan mengenai sumber penyalan (*source of ignition*) yang pada umumnya terjadi di atas kapal *tanker*, beberapa diantaranya adalah sebagai berikut:

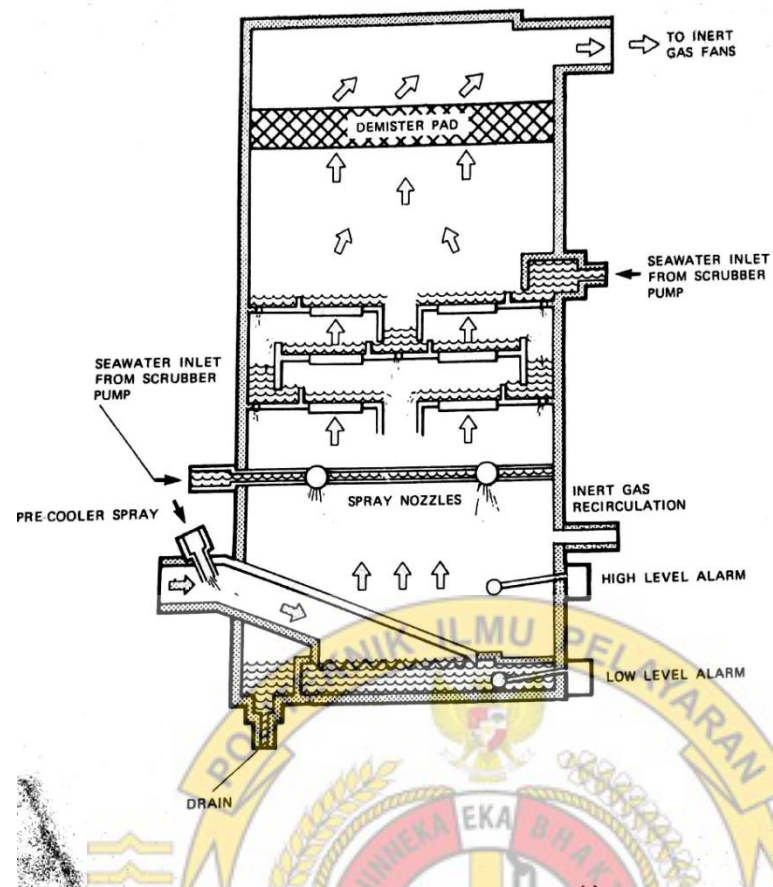
- a) Nyala api terbuka
- b) Partikel-partikel yang terbang, percikan api dari sumber-sumber mekanis dan pergesekan (alat-alat perkakas tangan).
- c) Senter (*flashlight*) dan lampu-lampu senter (*battery*) dapat menyebabkan bunga api ke uap yang mudah terbakar.
- d) Perlengkapan domestik.
- e) Antena radio *transmitter* yang berasal dari *halky talky* (HT).
- f) Alumunium yang biasanya digunakan sebagai pembalut pipa-pipa *steam* yang ukuran pipanya besar atau biasanya terdapat di cerobong.
- g) Petir/ halilintar.

Petir sering terjadi apabila cuaca hujan dapat

mengakibatkan percikan api yang di timbulkan dari sinar yang di keluarkan oleh petir.

c. *Scrubber*

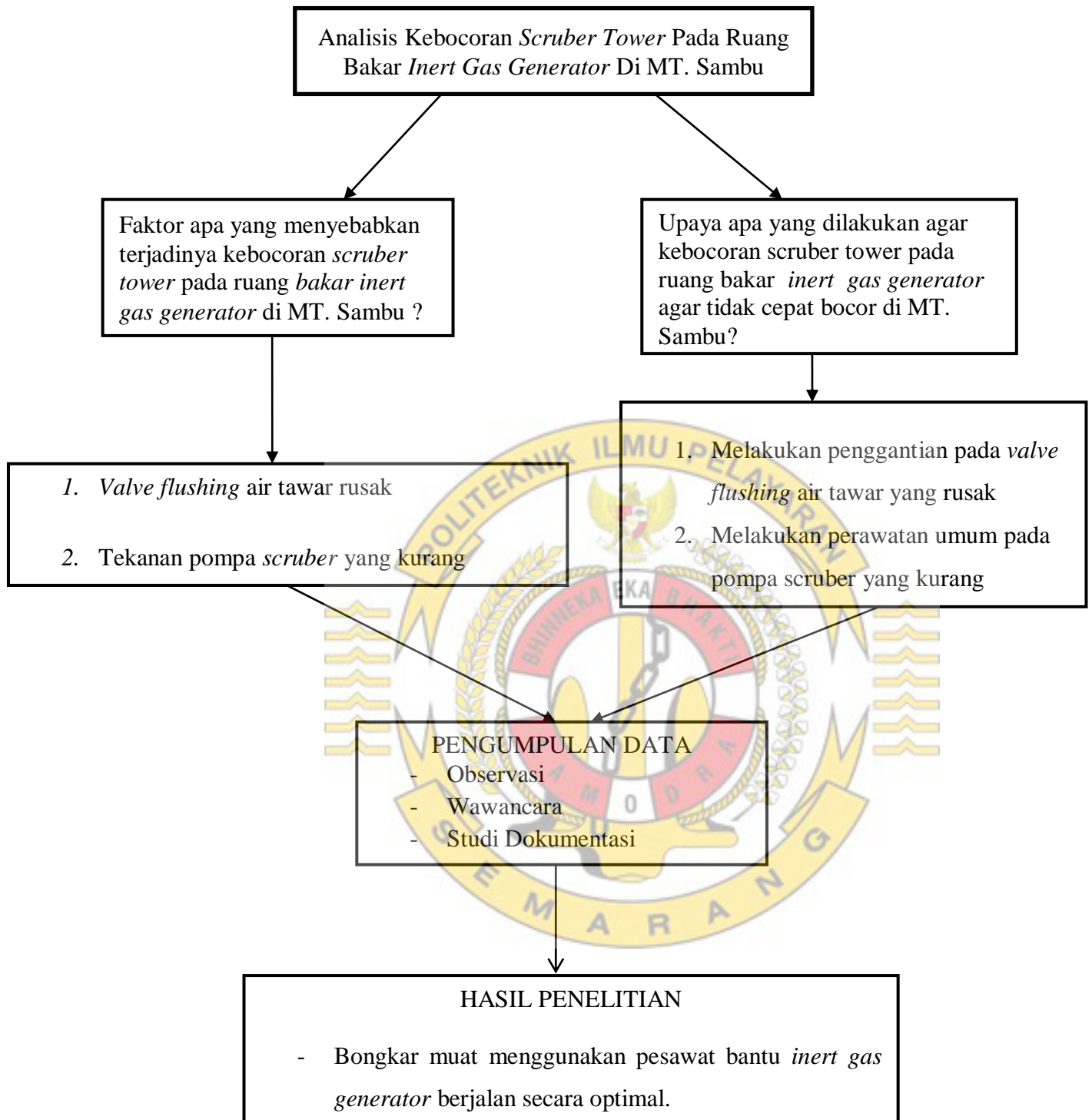
Scrubber dapat di definisikan sebagai alat pemisahan suatu partikel solid (debu) yang ada di gas atau udara dengan menggunakan cairan sebagai alat bantu. Air adalah cairan yang pada umumnya digunakan dalam proses scrubbing, meskipun dapat juga digunakan cairan lainnya (seperti asam sulfat, dll). Pada umumnya, *scrubber* mampu menghasilkan partikel dengan ukuran 5 μ diameter. Namun ada yang lebih spesifik yaitu mampu menghasilkan partikel dengan ukuran 1 μ - 2 μ diameter. Apabila *scrubber* menghasilkan partikel lebih dari ukuran 5 μ diameter, *spray nozzle* akan tersumbat dan akan mengakibatkan kerja *scrubber tower* pada *inert gas system* terganggu pada saat bongkar muat. Jadi definisi *scrubber* secara umum merupakan suatu variasi peralatan yang besar untuk pemisahan zat padat atau cairan dari gas dengan menggunakan air untuk menggosok partikel dari gas itu. Scrubber dapat juga dikatakan berfungsi untuk mengurangi polutan udara yang dihasilkan oleh gas buang. Berikut contoh gambaran tentang prinsip operasional scruber :



Sumber : *manual book instruction of inert gas system*

Gambar 2.8 Prinsip operasional scrubber

B. Kerangka pikir penelitian



Gambar 2.9 Kerangka Pikir

Berdasarkan kerangka pikir di atas, dapat dijelaskan bermula dari topik yang akan dibahas yaitu analisis kebocoran *scrubber tower* pada ruang bakar *inert gas generator* di MT. Sambu. Yang akan menghasilkan faktor-faktor penyebab dari kejadian tersebut.

Dari faktor-faktor tersebut yaitu yang menyebabkan terjadinya kebocoran korosi pada ruang bakar *inert gas generator*, setelah mengetahui faktor-faktor tersebut peneliti menentukan upaya yang dilakukan agar kebocoran *scrubber tower* pada ruang bakar *inert gas generator* tidak cepat bocor akibat korosi air laut.

C. Definisi operasional

Pemakaian istilah-istilah dalam bahasa Indonesia maupun bahasa asing akan sering ditemui pada pembahasan berikutnya. Agar tidak terjadi kesalah pahaman dalam mempelajarinya maka di bawah ini akan dijelaskan pengertian dari istilah-istilah tersebut :

1. *Flash point* (titik nyala), berarti suhu terendah dimana suatu cairan mengeluarkan gas yang cukup untuk membentuk suatu campuran gas yang dapat terbakar sesaat jika ada sumber penyalaan.
2. *Gas freeing* (pembebasan gas) berarti memasukkan udara segar ke dalam tangki dengan tujuan mengeluarkan gas-gas beracun, serta meninggalkan kadar oksigen sampai 21% dari volume.
3. *Purging*, berarti memasukkan gas lembam pada saat tangki dalam keadaan kosong sehingga menjadi lembam.

4. *Fire point* (titik bakar), berarti suhu terendah dimana suatu zat atau bahan bakar cukup mengeluarkan uap dan terbakar/menyala secara terus-menerus bila diberi sumber panas.
5. *Inerting*, berarti memasukkan gas lembam ke dalam tangki dengan tujuan untuk mencapai kondisi lembam seperti didefinisikan dalam “kondisi lembam“
6. *Plant* gas lembam, berarti semua perlengkapan yang dipasang khusus untuk menghasilkan gas lembam yang dingin, bersih dan bertekanan beserta alat yang mengontrol penyalurannya ke dalam sistem tangki muat.
7. *Valve flushing* air tawar, bertujuan agar membersihkan sisa air laut yang habis digunakan untuk mendinginkan ruang bakar tidak menempel pada dinding ruang bakar.
8. *Scrubber tower*, merupakan suatu variasi peralatan yang besar untuk pemisahan zat padat atau cairan dari gas dengan menggunakan air untuk menggosok partikel dari gas itu dan *scrubber tower* berfungsi untuk mengurangi polutan udara yang dihasilkan oleh gas buang.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis data yang telah dilakukan dengan menggunakan teknik analisis SWOT dan *Hazop* untuk membahas mengenai analisis kebocoran *scrubber tower* pada ruang bakar *inert gas generator* di MT. Sambu maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Faktor yang menyebabkan kebocoran pada ruang bakar *inert gas generator* di MT. Sambu yaitu keadaan *valve flushing* air tawar yang rusak dan keadaan tentang tekanan pompa *scrubber* yang kurang
2. Upaya yang dilakukan agar *scrubber tower* pada ruang bakar *inert gas generator* tidak cepat bocor di MT. Sambu yaitu.
 - a. Upaya saat kondisi *valve flushing* air tawar yang rusak yaitu segera lakukan penggantian *valve flashing* air tawar yang rusak agar pengoperasian berjalan lancar.
 - b. Upaya saat keadaan tekanan pompa *scrubber* yang kurang yaitu dengan cara pemeriksaan pada mechanical seal, pemeriksaan *bearing* dan pemeriksaan *impeller*, jika keadaan tersebut terlalu parah bisa melakukan penggantian pada bagian yang rusak agar pengoperasian mesin berjalan dengan lancar.

B. Saran

Dari kesimpulan di atas maka peneliti dapat memberikan saran mengenai permasalahan yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya, yang mana saran tersebut semoga dapat dijadikan sebagai pedoman dalam menyelesaikan masalah jika terjadi di atas kapal, antara lain sebagai berikut:

1. Hendaknya masinis dan crew mesin yang ada di kapal MT. Sambu melakukan pemeriksaan rutin terhadap kondisi *valve flusing* air tawar yang rusak, apabila tidak digunakan lancarkan *valve flushing* tersebut secara berkala.
2. Dampak dari kerusakan di ruang pembakaran sulit dihindari, namun para masinis dan crew mesin di MT. Sambu hendaknya melakukan perawatan dan perbaikan sistem pendingin *inert gas generator* kususnya *scrubber pump* sesuai dengan *plain maintenance system* (PMS) yang ada di kapal.

Demikian beberapa solusi atau pemecahan masalah untuk meningkatkan efisiensi pada sistem *inert gas generator*, agar sedini mungkin mampu mengantisipasi gangguan yang bersumber dari kebocoran pada ruang pembakaran *inert gas generator*, karena perawatan yang tidak sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

Buku:

Chamberlain, J., Trethewey, KR., 1991, *Korosi*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Darminto, Dwi Prastowo dan Julianty, Rifka. 2002, *Analisis Laporan Keuangan*, AMP-YKPN, Yogyakarta.

Hariwijaya M. dan Triton, 2011. *Pedoman Penulisan Ilmiah Skripsi dan Tesis*, Tugu Publisher, Yogyakarta.

Melong, J. Lexy. 2012, *Metode Penelitian Kualitatif*, PT. Remaja Rosdakarya, Bandung.

Rangkuti, Freddy, 2016, *Teknik Membedah Kasus Bisnis Analisa SWOT*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Sarwono, Jonatan, 2006, *Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Sugiono, 2009, *Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif dan Kualitatif dan R&D*, CV. Alfabeta, Bandung.

Sugiono, 2015, *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*. CV. Alfabeta, Bandung.

Suharsimi, Arikunto, 2006, *Prosedur Penelitian*, Rineka Cipta, Jakarta.

Sukardi, 2012, *Metode Penelitian Pendidikan*, Bumi Aksara, Jakarta.

Instruction Manual Book, 2010, IGG Kangrim heavy industries co., Ltd. Korea.

Website:

[https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/inert-gas-generator-\(igg\)](https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/inert-gas-generator-(igg)). Diakses pada tanggal 15 September 2018.

<http://www.bimbingan.org/pengertian-penelitian-deskriptif-kualitatif.htm>. Diakses pada tanggal 26 September 2018

https://id.wikipedia.org/wiki/Ruang_bakar. Diakses pada tanggal 28 Oktober 2018.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : AGUNG TRI UTOMO
Tempat/Tgl Lahir : Pati, 28 Oktober 1995
NIT : 51145336. T
Alamat Asal : Ds. Mulyoharjo RT 08 RW 01 Kec. Pati, Kab. Pati,
Jawa Tengah
Agama : Islam
Pekerjaan : Taruna PIP Semarang
Status : Belum Menikah
Hobby : Travelling & Gowes sepeda gunung
Orang Tua
Nama Ayah : Paing Soewarno
Pekerjaan Ayah : wirausahawan
Nama Ibu : Tutik Setianingsih
Pekerjaan Ibu : ibu rumah tangga
Alamat : Ds. Mulyoharjo RT 08 RW 01 Kec. Pati, Kab. Pati,
Jawa Tengah

Riwayat Pendidikan

1. SD N Mulyoharjo 01 Lulus Tahun 2008
2. SMP Negeri 05 Pati Lulus Tahun 2011
3. SMK Tunas Harapan Pati Lulus Tahun 2014
4. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang 2014 – 2019

Pengalaman Praktek Laut

Nama Kapal : MT. SAMBU & MT. KURAU
Perusahaan : PT. PERTAMINA (PERSERO)
Alamat : Jl. Yos Sudarso No. 32-34 Tg. Priok Jakarta Utara 14320

LAMPIRAN WAWANCARA

Kadet	Selamat siang bas? Mohon ijin bertanya bas ?
Masinis II	Iya tidak apa-apa cadet. Mau tanya apa?
Kadet	Kira-Kira apa faktor yang menyebabkan kebocoran pada ruang bakar <i>inert gas generator</i> di MT. Sambu bass ?
Masinis II	Ada banyak faktor yang kemungkinan menyebabkan hal tersebut diantaranya, tidak dilaksanakan pembilasan ruang bakar <i>inert gas generator</i> setelah dimatikan karena pada <i>valve flushing</i> air tawar tidak berfungsi, tekanan <i>scrubber pump</i> tidak sesuai dengan <i>instruction manual book</i> yaitu dari 2-3 kg/cm ³ .
Kadet	Setelah penelitian, apa penyebab utama kebocoran pada ruang bakar tersebut bas?
Masinis II	Penyebab utama yang terjadi pada ruang pembakaran <i>inert gas generator</i> tersebut adalah karena faktor korosi <i>intergranular corrosion</i> sehingga ruang bakar mengalami perubahan bentuk (berlubang) yang mengakibatkan air laut sebagai media pendingin dinding <i>scrubber</i> masuk kedalam ruang pembakaran, sehingga tidak terjadi pembakaran di dalam ruang bakar <i>inert gas generator</i> .
Kadet	Apa yang menjadi alasan atas penyimpulan hal tersebut bas?
Masinis II	Setelah kita melakukan penelitian di lapangan dapat kita simpulkan bahwa kebocoran pada ruang pembakaran disebabkan karena faktor korosi <i>intergranular corrosion</i> yang kinerjanya melampaui batas jam kerja, sehingga terjadi kelelahan bahan dan juga korosi yang disebabkan air pendingin yang kurang baik.
Kadet	Kemudian upaya apa yang dilakukan dalam menangani masalah tersebut bas ?
Masinis II	Kita harus melakukan perawatan dan perbaikan sistem pendingin <i>inert gas generator</i> khususnya <i>scrubber pump</i> sesuai dengan <i>plain maintenance system</i> (PMS) yang ada di kapal.
Kadet	Terima kasih atas penjelasan yang diberikan semoga bermanfaat bagi saya. Selamat siang bas! Selamat beristirahat.

MT. Sambu, 28-04-2017

Tabel Crew List MT. Sambu

CREW LIST

Name Of Ship : MT. SAMBU

Flag : INDONESIA

Call Sign : YFQE

IMO No. : 9508732

DWT : 29,755 MT

GRT : 24,167 Ts

NET T : 7253 Ts

LOA : 180 M

PERTAMINA

Owner : PT. PERTAMINA (Persero)

Agent : Shipping - Marketing and Trading Directorate

Last Port : Jakarta - Indonesia

Next Port : Jakarta - Indonesia

NO	NAME	SEX	RANK	NATIONALITY	CERTIFICATE OF COMPETENCY		SEAMAN BOOK		PASSPORT		SUJIL		ON BOARD
					CLASS	THN	NO.	EXP. DATE	NO.	EXP. DATE	NO.	EXP. DATE	
1	CAPT. ODE MUHAMMAD NUH	MALE	MASTER	INDONESIA	ANT-I	2014	6200124901N10214	C 000927	27 AUG. 2018	A 2853031			24 DEC. 2016
2	RUDY HANDOKO	MALE	CH. OFFICER	INDONESIA	ANT-II	2016	62001406561N20116	E 149328	07 FEB. 2020	A 8047196			03 MAY. 2017
3	GATOT SUPENI DARYO SANYOTO	MALE	2nd. OFFICER	INDONESIA	ANT-III	2016	6200542929M30216	F 012418	10 APR. 2020	B 6972096			27 APR. 2017
4	IRVAN VEGA BAHARI	MALE	3th. OFFICER	INDONESIA	ANT-III	2016	6201294440N20116	E 133427	12 NOV. 2019	B 0519260			24 NOV. 2016
5	NOBERTUS LEBANG EASSI	MALE	4th. OFFICER	INDONESIA	ANT-III	2015	6201318552N30415	A 017331	02 APR. 2019	B 3692509			06 APR. 2017
6	SABAR BUDI SANTOSO	MALE	CHIEF ENGINEER	INDONESIA	ATT-H	2015	6201004863T10115	Y 017296	30 DEC. 2017	A 7944109			06 OCT. 2016
7	ANDI ANAS AM	MALE	2nd ENGINEER	INDONESIA	ATT-II	2016	6201011579T20216	D 088365	19 JUN. 2018	A 5492242			17 JAN. 2017
8	TRI HANANTO	MALE	3rd. ENGINEER	INDONESIA	ATT-H	2016	6200114640T20216	E 045921	30 DEC. 2018	B 6307266			01 MAR. 2017
9	EMY HELMY BAHMID	MALE	4th. ENGINEER	INDONESIA	ATT-H	2016	6200147167T20216	B 015013	11 DEC. 2017	B 6065088			01 MAR. 2017
10	RIYADHI	MALE	ELECTRICIAN	INDONESIA	BST	2015	6200482609010715	Y 074199	16 SEPT. 2018	B 6972076			26 APR. 2017
11	ACHMAD RUDI SUKAMITO	MALE	BOATSWAIN	INDONESIA	RAASD	2010	6200144516340716	ED06144	08 SEPT. 2018	A 6687054			18 MAY. 2017
12	ASWIN ARIEF	MALE	PUMP MAN	INDONESIA	RAASD	2016	6201023563340716	D 075355	24 APR. 2018	A 3966314			17 JAN. 2017
13	TINGGAL ARISONA	MALE	ABLE SEAMAN - 1	INDONESIA	RAASD	2016	6200082300340216	E 048619	06 JAN. 2019	A 4027133			17 DEC. 2016
14	HASYIM ABUBAKAR	MALE	ABLE SEAMAN - 2	INDONESIA	RAASD	2016	6201567967340716	D 018787	10 NOV. 2017	B 4658482			17 JAN. 2017
15	WARDAN YAZID ABDILLAH	MALE	ABLE SEAMAN - 3	INDONESIA	ANT-O	2012	620133750N60712	A 020851	19 MAR. 2019	A 5013683			24 NOV. 2016
16	KRISTIAN MINGGU PONTOH	MALE	OS-1	INDONESIA	RAASD	2016	6201338437340716	A 028762	25 MAR. 2019	A 5888263			07 APR. 2017
17	HERI SETIATMOKO	MALE	OS-2	INDONESIA	BST	2015	6200100044010715	D 008925	02 OCT. 2017	A 9330662			07 APR. 2017
18	RENDI RACHMAT	MALE	OS-3	INDONESIA	BST	2015	6211524982010115	E 016043	23 SEPT. 2018	B 2582969			11 NOV. 2016
19	MAHMUD	MALE	FOREMAN	INDONESIA	RAASE	2015	6200520652420715	D 042370	03 FEB. 2018	B 0493016			17 JAN. 2017
20	SUPARDI PARENDENG	MALE	OILER - A	INDONESIA	RAASE	2015	6200261035420715	C 056578	15 APR. 2019	A 5491894			17 JAN. 2017
21	PROBO SUTOKO	MALE	OILER - B	INDONESIA	RAASE	2015	6200543041T60303	D 045505	16 FEB. 2018	A 7640422			23 DEC. 2016
22	MUHAJALIN	MALE	OILER - C	INDONESIA	ATT-D	2002	6200079555160102	F 012455	11 APR. 2020	A 8330846			18 APR. 2017
23	DEVVY SUPRIATNA	MALE	COOK	INDONESIA	BST	2012	6201410257010712	B 030196	26 DEC. 2017	A 4249266			02 NOV. 2016
24	MERAKIN	MALE	COOK	INDONESIA	BST	2016	6201014639010716	C 051488	25 FEB. 2018	A 8047693			11 NOV. 2016
25	CHRISTIAN EDY RIUNG	MALE	MESS BOY	INDONESIA	RFPW	2015	620209692030715	C 012075	03 OCT. 2018	A 6476009			17 JAN. 2017
26	TAMI OCTAVIA	FEMALE	DECK CADET	INDONESIA	BST	2014	6211422427012514	D 075590	06 MAY. 2018	B 1295012			27 MAY. 2016
27	MUH. ARIEF SYAM	MALE	DECK CADET	INDONESIA	BST	2014	6211440287010414	E 006162	13 SEPT. 2018	B 2130955			12 JUN. 2016
28	MUH. ISRAFI	MALE	DECK CADET	INDONESIA	BST	2014	6211435213010414	E 008038	07 SEPT. 2018	B 1509165			12 JUN. 2016
29	AGUNG TRI UTOMO	MALE	ENGINE CADET	INDONESIA	BST	2016	6211567494010310	E 057126	18 MAR. 2019	B 3325743			23 SEPT. 2016
30	PATIKA NURWINDA	FEMALE	ENGINE CADET	INDONESIA	BST	2016	6211567579310310	E 057227	28 MAR. 2019	B 3325833			23 SEPT. 2016

Port of : **Tg. Priok - Indonesia**

Date : **02 Juni 2017**

Capt. Ode Muhammad Nuh
Master

Note :
Total crew on board 30 persons including Master.

Tabel Ship Particulars

Tabel Ship Particulars

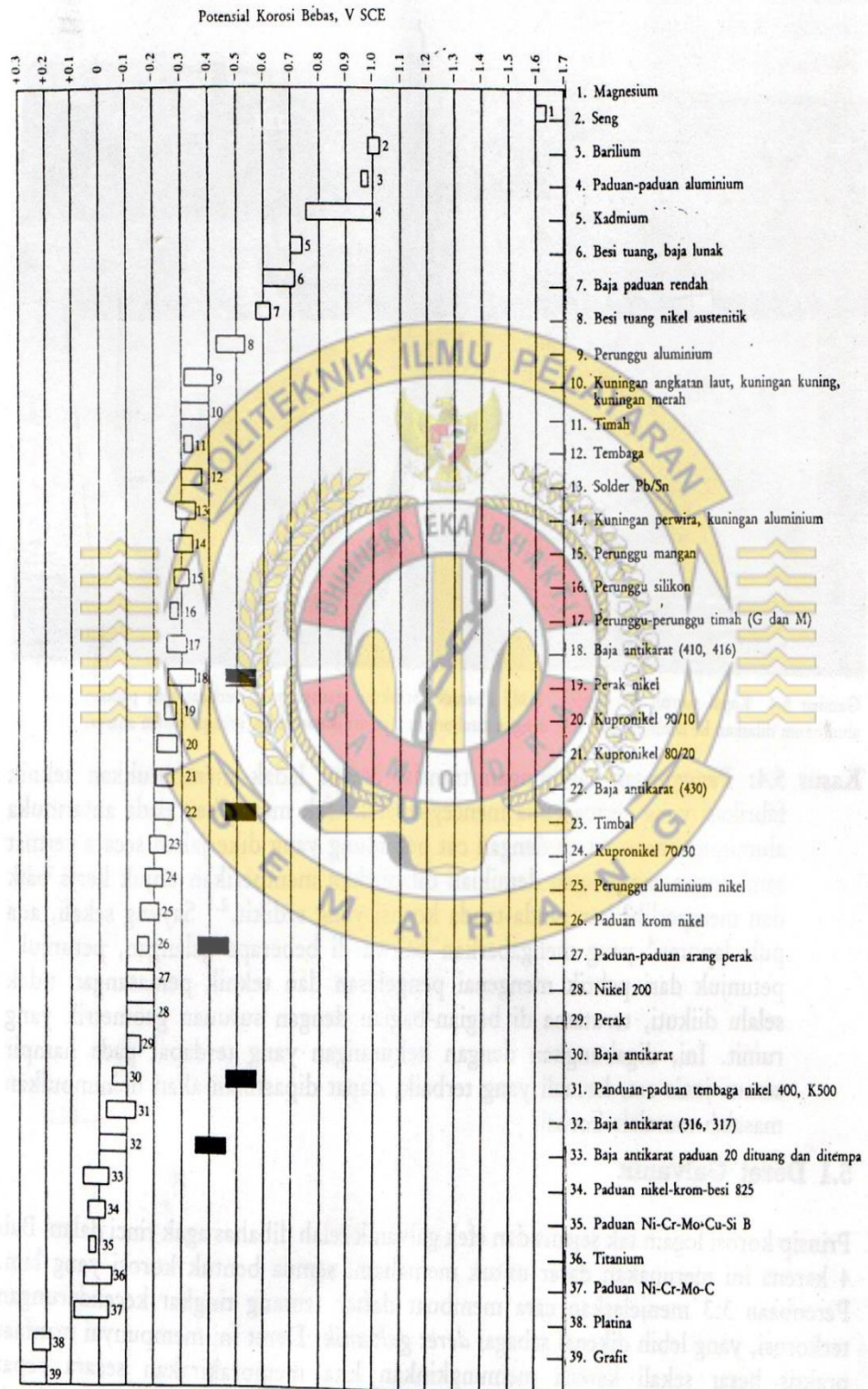


SHIP PARTICULARS

MT. SAMBU - YFQE

NO.	DESCRIPTION	REMARKS
1	SHIP NO.	CH-0801
2	CALL SIGN	YFQE
3	IMO NUMBER	9508732
4	MMSI NUMBER	525008065
5	D.W.T (AT SLWL)	29,755.633 TON
6	GROS TONNAGE	24,167 TON
7	NET. TONNAGE	7,253 TON
8	LIGHT WEIGHT	9,348.567 TON
9	CLASS	DNV / BKI
10	NOTASI CLASS	+1A1 CSR Tanker for Oil products ESP SPM ECO VCS-2 CLEAN BWM-E(s) COAT-PSPC(B) BIS TMON
11	FLAG	INDONESIA
12	PORT OF REGISTRY	JAKARTA
13	LENGTH OVER ALL (L.O.A)	180.00 M
14	LENGTH (Lf)	174.610 M
15	LENGTH (L.B.P.)	173.00 M
16	BREADTH MLD	30.500 M
17	DEPTH MLD	15.900 M
18	DESIGNED DRAFT MLD	9.000 M
19	SUMMER LOAD DRAFT (EXT)	9.016 M
20	BLOCK COEFICIENT (AT SLWL)	0.8011 M
21	FULL LOAD DISPLACEMENT (AT SLWL)	39,104,200 TON
22	SERVICE SPEED	12.00 Knots
23	BUILDER	ZHEJIANG CHENYE SHIPBUILDING CO.,LTD.
24	KEEL LAID	DECEMBER 16, 2009
25	LAUNCHED	AUGUST 27, 2010
26	SEA TRIAL	FEBRUARY 23, - MARCH 4, 2011
27	DELIVERY	APRIL 27, 2011
28	NO. OF C.O.T	12 TANKS
29	TOTAL OF CAPACITY	43056.309 M³
30	SLOP TANK	1359.801 M³
31	HEATING COIL	N.A
32	BUNKER CAPACITY	MFO : 971,166 M³, DO : 261,810 M³
33	F.O CONSUMPTION / DAY	27.600 TRIC TON HEAVY FUEL OIL
	AT SEA (MDO) / DAY	5,672 M3
	IN PORT (MDO) / DAY	6,072 M3
34	F.W CAPACITY	269,578 M³
35	MAIN ENGINE	1 SET
	TYPE	HYUNDAI - MAN B&W 6S42MC7
	HP / KW / RPM	8820 / 6,480 / 136
	MAKER	HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES CO. LTD.
36	DIESEL GENERATOR	3 SETS
	TYPE	6DK-26
	CAPACITY	1300 KW X 720 RPM
	MAKER	ANQING - DAIHATSU
37	THERMAL OIL BOILER	1 SET
	TYPE	THM.V 5000
	WORKING PRESSURE	10 BAR
	MAKER	EURO BOILERS GARIONINAVAL INDUSTRI AND MARINE HEATING SYSTEM
38	CARGO PUMP	3 SETS
	MODEL	C22BA 12-16 H911 SSN & C22BA 12-16 H31SSN
	CAPACITY	1300/865 M³ / H
	MAKER	HAMWORTHY
39	STRIPPING PUMP	1 SET
	TYPE	HC 180 - 46
	CAPACITY	150 M³ / H
	MAKER	HAMWORTHY
40	WORKING PROPELLER	1 SET
	MATERIAL	NICKEL ALUMINIUM BRONZE

Tabel Deret Glavanik



Tabel Nilai Dukungan (ND)

NO.	FAKTOR INTERNAL	ND
1	<i>Burner</i> dalam kondisi normal	5
2	<i>Flame eye</i> bekerja dengan normal	4
3	<i>Win. Box cover plate</i> tidak ada kebocoran	3
4	<i>Spray nozzle</i> bekerja dengan normal	4
5	<i>Primary air inlet</i> bekerja dengan normal	4
6	Kondisi <i>zink anode</i> sudah aus	3
7	<i>Side glass</i> tertutup oleh kotoran	4
8	<i>Filter demister</i> sudah <i>mampet</i>	3
9	<i>Valve flushing</i> air tawar rusak	5
10	Tekanan air pendingin <i>jacket cooling</i> kurang	5
NO.	FAKTOR EKSTERNAL	ND
1	Pengetahan Masinis tentang <i>inert gas generator</i>	3
2	Kualitas <i>spare part</i> yang bagus	2
3	Komunikasi yang baik antara <i>Oiler</i> jaga dengan Masinis jaga	5
4	Melaksanakan <i>SOP</i> dalam menjalankan IGG	5
5	Mengikuti prosedur perawatan pada <i>manual book</i>	4
6	Minimnya <i>spare part inert gas generator</i>	3
7	Tidak dilaksanakannya pengecekan ruang bakar secara berkala	4
8	Setelah dimatikan <i>inert gas generator</i> tidak di <i>flushing</i> dengan air tawar	5
9	Masuknya air laut ke dalam ruang bakar	2
10	Minimnya pengetahuan Masinis terhadap <i>inert gas generator</i>	4

Keterangan:

Angka 5 menyatakan sangat besar keterkaitannya.

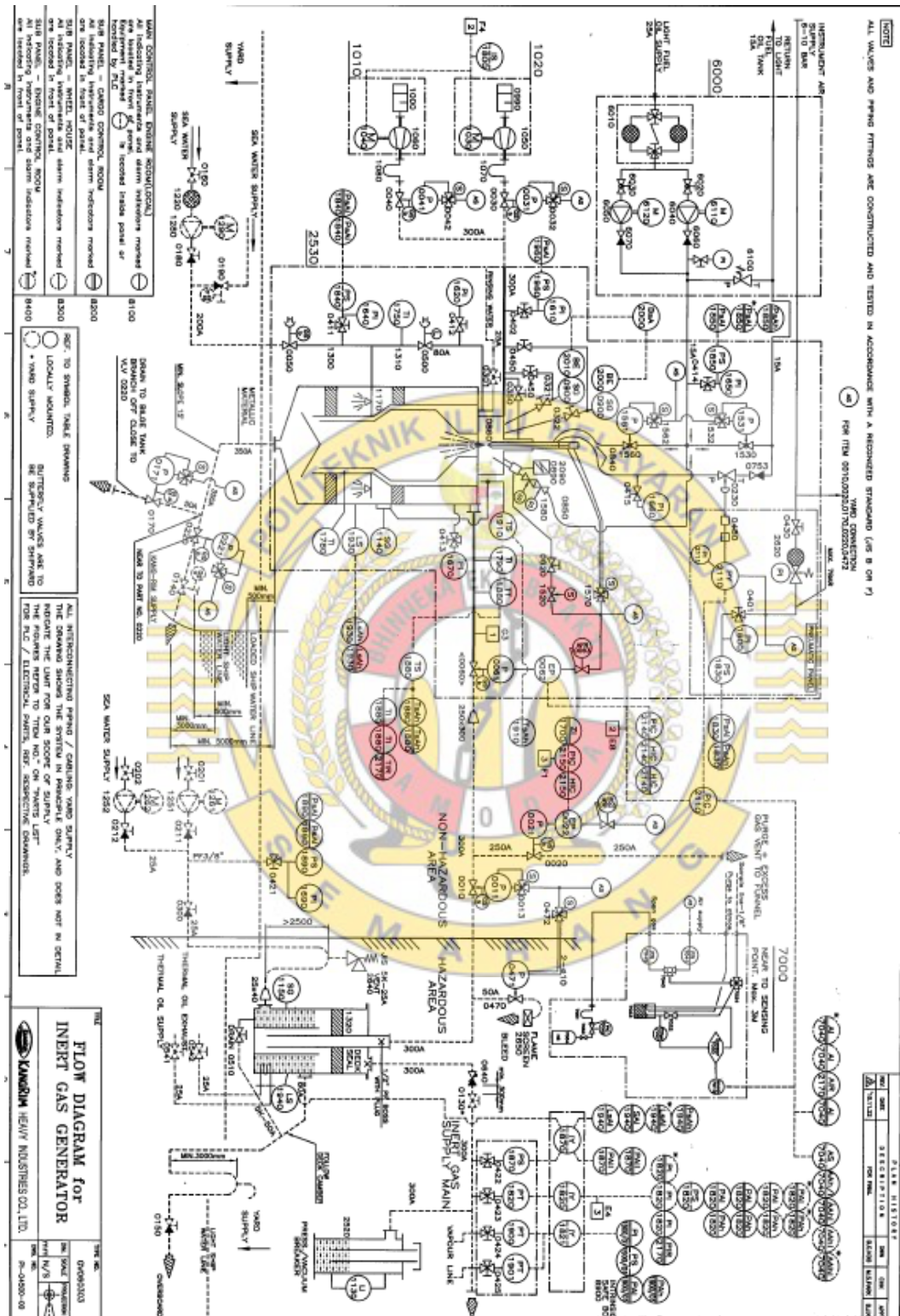
Angka 4 menyatakan besar keterkaitannya.

Angka 3 menyatakan cukup besar keterkaitannya.

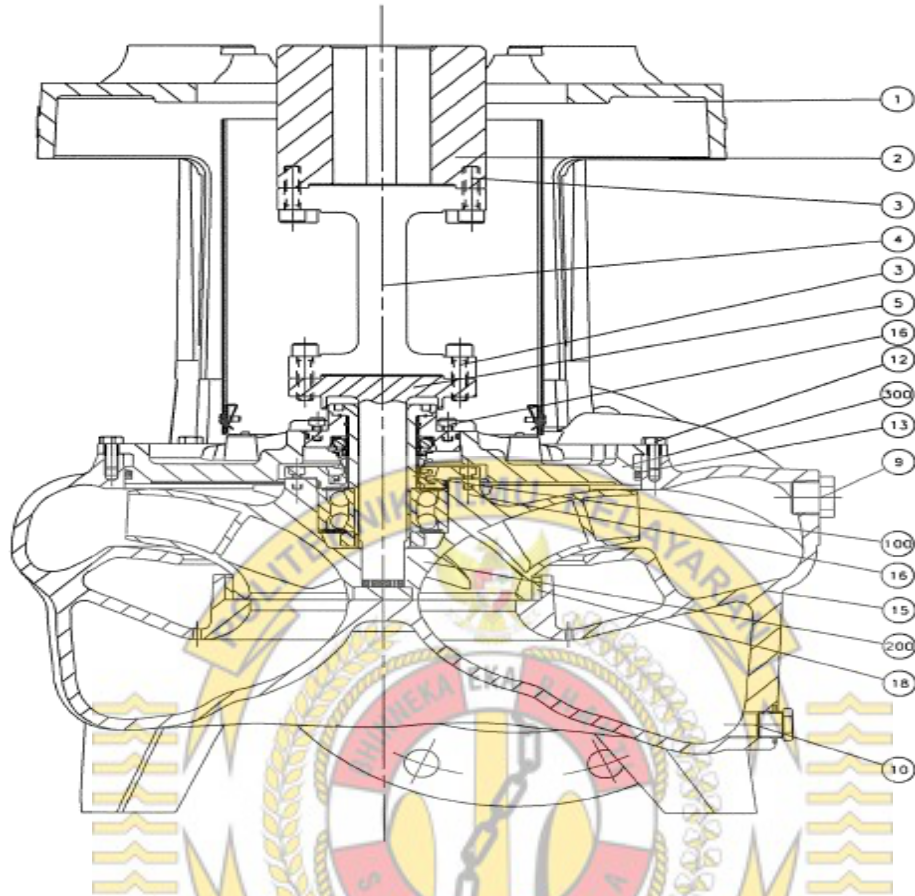
Angka 2 menyatakan kurang besar keterkaitannya.

Angka 1 menyatakan sangat kurang besar keterkaitannya.

FOTO-FOTO FASILITAS



Inert gas generator Piping System



SPEC.: C2G-150LB

POS.	NAME OF PART	QTY.	MATERIAL	REMARKS
1	MOTOR PEDESTAL	1	CAST IRON	
2	MOTOR COUPLING	1	MILD STEEL	
3	SOCKET CAP SCREW	16	STEEL 12.9 EZN	
4	SPACER COUPLING	1	CAST IRON	
5	PUMP COUPLING	1	STAINLESS STEEL	
9	HEXAGON HEAD PLUG	2	BRASS	
10	HEXAGON HEAD PLUG	1	BRASS	
12	HEXAGON SCREW	8	AISI 316	
13	O-RING	1		Refer to Data Sheet
15	PUMP CASING	1		Refer to Data Sheet
16	SOCKET CAP SCREW	8	AISI 316	
17	HAMMER DRIVE SCREW	4	BRASS	
18	WEAR RING	1		Refer to Data Sheet
19	HEXAGON HEAD PLUG	2	BRASS	
20	NAME PLATE C2G	1	STAINLESS STEEL	
24	COUPLING GUARD	2	GAVALIZED STEEL	
100	SEAL BEARING ASSEMBLY	1		SBA B
200	IMPELLER	1		Refer to Data Sheet
300	COVER ASSEMBLY	1		Refer to Data Sheet

Srucubber Pump



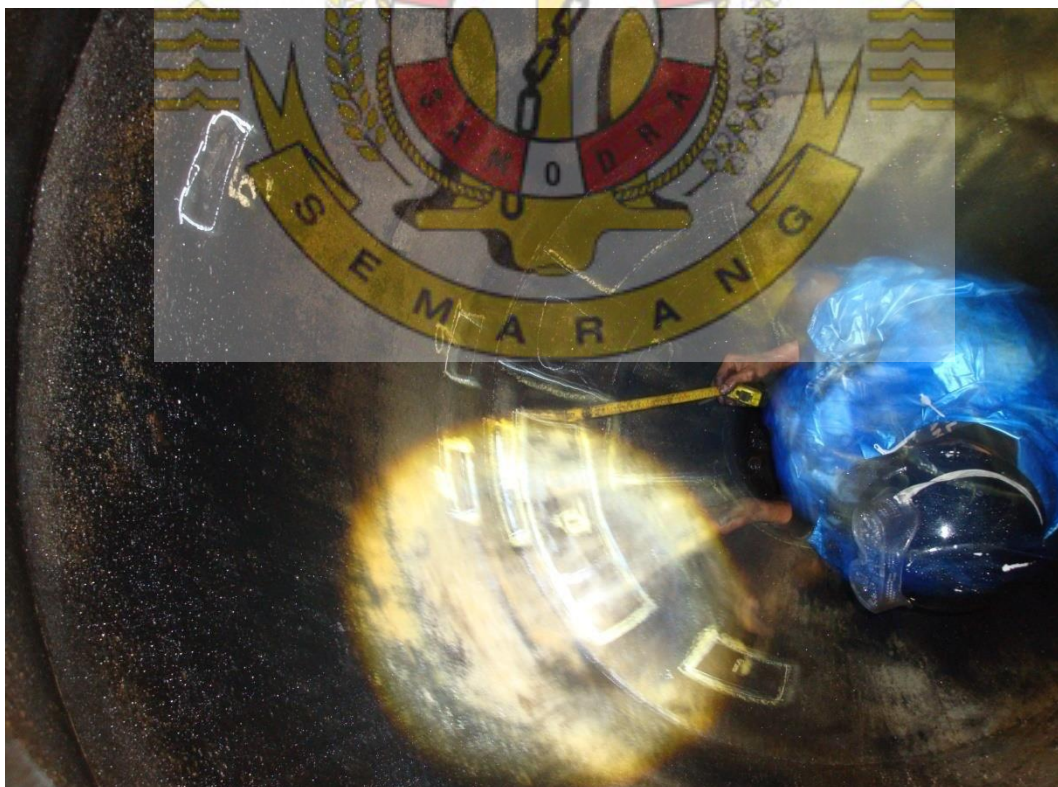
Air pendingin ruang bakar *inert gas generator* masuk ke dalam ruang bakar



Air pendingin ruang bakar *inert gas generator* masuk ke dalam ruang bakar akibat korosi



Pengecekan win box cover oleh KKM



Pemeriksaan kebocoran pada ruang bakar inert gas generator oleh Masinis 1



Valve flushing air tawar inert gas generator



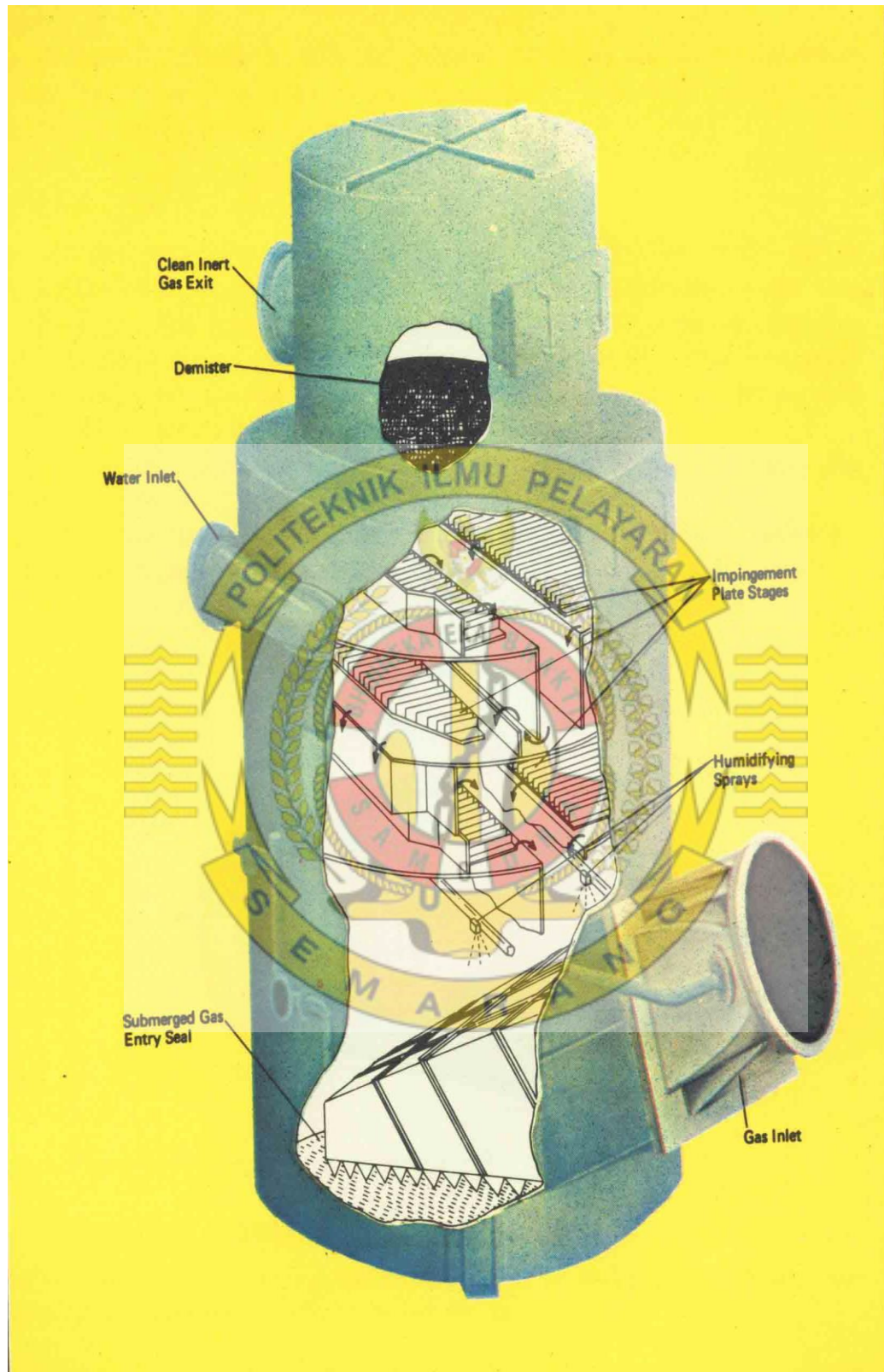
Kondisi valve flushing inert gas generator air tawar setelah di bongkar



Kondisi valve flushing inert gas generator air tawar setelah di bongkar



Inert Gas Scrubber Tower



Bagian-bagian *Inert Gas Scrubber Tower*